

# Δεύτερη εργασία στα “Κατανεμημένα και Παράλληλα Συστήματα” OpenMP

Γκόγκος Χρήστος  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Άρτα, Απρίλιος 2021

## Εισαγωγή

Ο στόχος της εργασίας είναι να επιτευχθεί επιτάχυνση εκτέλεσης ενός προγράμματος υπολογισμού των θερμοκρασιών σταθερής κατάστασης σε μια ορθογώνια επιφάνεια, η οποία ξεκινά από κάποιες αρχικές συνθήκες.

## Κώδικας

Θα χρησιμοποιηθεί ο σειριακός κώδικας από το [https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/c\\_src/heated\\_plate/heated\\_plate.html](https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/c_src/heated_plate/heated_plate.html). Διαβάστε τον κώδικα (heat\_serial.c) και τα σχόλια που περιέχει. Κατά την εκτέλεση τα ορίσματα εκτέλεσης ορίζουν το epsilon (καθορίζει την απαιτούμενη ακρίβεια σύγκλισης) και το όνομα του αρχείου που θα περιέχει τα αποτελέσματα της εκτέλεσης (ένας δισδιάστατος πίνακας με θερμοκρασίες). Ο σειριακός κώδικας μεταγλωττίζεται και εκτελείται όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
$ gcc heat_serial.c -O3 -o heat_serial  
$ heat_serial.exe 0.0001 result.out  
20 April 2021 02:24:02 PM
```

### HEATED\_PLATE

C version

A program to solve for the steady state temperature distribution over a rectangular plate.

Spatial grid of 500 by 500 points.

The iteration will be repeated until the change is  $\leq 0.000010$

The steady state solution will be written to 'results.out'.

Iteration Change

```
1 18.737475  
2 9.368737  
4 4.098823  
8 2.289577  
16 1.136604  
32 0.568201  
64 0.282805  
128 0.141777  
256 0.070808  
512 0.035427  
1024 0.017707
```

```
2048 0.008856
4096 0.004428
8192 0.002210
16384 0.001043
32768 0.000371
65536 0.000064
```

```
102697 0.000010
```

```
Error tolerance achieved.
CPU time = 35.244000
```

```
Solution written to the output file 'results.out'
```

```
HEATED_PLATE:
Normal end of execution.
```

```
20 April 2021 02:24:37 PM
```

Σε περίπτωση που, στο MinGW GCC, κατά την εκτέλεση δεν επαρκεί η μνήμη για τη δημιουργία του πίνακα αποτελεσμάτων 500 X 500, αυξήστε τη διαθέσιμη μνήμη κατά τη μεταγλώττιση ως εξής:

```
$ gcc "-Wl,--stack,16777216" heat_serial.c -O3 -o heat_serial
```

Μετατρέψτε τα αποτελέσματα (result.out) σε εικόνα .png χρησιμοποιώντας τον κώδικα data\_to\_png.h και data\_to\_png.c όπως στη συνέχεια:

```
$ gcc data_to_png_main.c data_to_png.c lodepng.c -o data_to_png_main
$ data_to_png_main.exe
```

## Παραλληλοποίηση κώδικα

Παραλληλοποιήστε τον κώδικα έτσι ώστε να μοιράζει την εικόνα σε επιμέρους νήματα και να επιτυγχάνει ταχύτερη εκτέλεση. Δημιουργήστε εκτελέσιμο που να καλείται ως εξής:

```
$ heat_parallel.exe 0.0001 8 result.png
```

Τα ορίσματα να είναι, το epsilon, ο αριθμός νημάτων και το όνομα της εικόνας που θα δημιουργείται. Διερευνήστε λύσεις που πετυχαίνουν καλύτερα αποτελέσματα.

## Παράδοση εργασίας

Η παράδοση της εργασίας θα πρέπει να γίνει σε ένα αρχείο .zip που θα περιέχει:

1. Κώδικα σε C που να υλοποιεί την παράλληλη εκτέλεση του κώδικα με OpenMP.
2. Αρχείο instructions.txt που να περιέχει οδηγίες μεταγλώττισης και εκτέλεσης του κώδικα.
3. Έγγραφο κειμένου που θα εξηγήει με συντομία το πρόβλημα φυσικής που επιλύεται και θα παρουσιάζει αποτελέσματα χρόνου εκτέλεσης του σειριακού και του παράλληλου κώδικα για 5 διαφορετικές διαστάσεις της ορθογώνιας επιφάνειας.

## Χρήσιμες ιστοσελίδες

- [https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/c\\_src/heated\\_plate/heated\\_plate.html](https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/c_src/heated_plate/heated_plate.html)
- <https://github.com/lvandeve/lodepng>
- [https://github.com/chgogos/ceteiep\\_pdc/blob/master/assignment2021\\_2/index.md](https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/assignment2021_2/index.md)